

A földtörténet legutolsó több mint félmilliárd éves szakaszát illetően az élővilág történetének mai ismereteink szerint legnagyobb változása a földtörténeti ókor és középkor fordulópontján, azaz a perm és a triász időszak határán történt. Kevés olyan terület van a világon, ahol a perm és a triász időszak határa folyamatos, tengeri üledékekből álló rétegsorban található, ahol esély lehet arra, hogy e kiemelkedően fontos globális földtörténeti esemény nyomait felleljük. Magyarországon folyamatos tengeri kifejlődésű perm–triász határszelvények a Bükk-hegységből valamint a Dunántúli-középhegység néhány fúrásából ismertek. Kutatási programunk célja az volt, hogy – kihasználva a hazai szelvények által kínált kedvező adottságainkat – az eddigi kutatások eredményeit összegezve és kiegészítve azokat új, korszerű és célirányos vizsgálatokkal, képet nyerjünk a paleozoikum és a mezozoikum határán lejátszódó változások pontos menetéről és ennek alapján megkíséreljük az okok feltárását is.

A kutatási programot a munkatervben rögzített módon és ütemben hajtottuk végre. Összegyűjtöttük és értékeltük a tárgykörben korábban folytatott hazai kutatások eredményeit. Ezeket beépítettük a Magyarország geológiája kézikönyvsorozat triász kötetébe (Haas szerk., 2004). Folyamatosan gyűjtöttük, évente összegeztük a nemzetközileg szintéren rendkívüli intenzitással folyó perm–triász határ kutatások eredményeit.

A terepi munkák uralkodó részét munkatervünknek megfelelően 2002-ben elvégeztük. 2003 folyamán azonban a nemzetközileg is kiemelkedő jelentőségi bükki Bálvány-észak nevű alapszelvény jelentősen megrongálódott. A Bükki Nemzeti Park segítségével azonban a szelvényt felújítottuk és kiegészítő mintázásokra és laboratóriumi vizsgálatokra is sor került.

Elvégeztük valamennyi kiválasztott szelvény részletes mikrofácies vizsgálatát. és a mikrofácies-típusok korrelációját. A vizsgálatok alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a bükki szelvények közül csak a Bálvány-észak és a Bálvány-kelet tekinthető teljesnek, a többiben (Gerennavár, Kemesnyehegy) a kritikus szakasz tektonikai okok miatt részben, vagy teljesen hiányzik (Haas et al, 2004). Az is kiderült, hogy a biogén karbonátszemcsék mennyiségének drasztikus lecsökkenése nem pontosan a litológiai változásnál van, hanem a „határ márgaréteg” (pontos közettani megnevezése: aleuritós márgakő és agyagos aleurolit, vékony mészkő és homokkő betelepüléssel) alatt 10 cm-el és a „határ márgaréteg” alsó részében a bioklasztok mennyisége nem csökken tovább számottevően. A réteg felső harmadában, viszont a kőzet lényegében karbonátos bioklaszt mentessé válik. A „határ márgaréteg” fölötti karbonátos rétegekben a bioklaszt alárendelt, e kőzetek jórészt mikrobás eredetűek. A kalcimikrobás sztomatolitok részletes vizsgálatát is elvégeztük, hiszen e különleges kőzetfajták képződése is a perm–triász határán lezajlott környezeti változásokhoz köthető. Megállapítottuk, hogy a mintegy 8 méter vastagságú síklemezest sztomatolitokból álló szakasz legjellegzetesebb mikroszerkezetei apró gömbszerű elemekből álló halmazok, amelyeket coccoid cianobaktériumok kalcitosodott maradványaként értelmeztünk. Emellett szálas kötegeket is megfigyeltünk, amelyek képződése filament cianobaktériumokkal hozható kapcsolatba. Az ugyancsak gyakori szövetalkotó peloidok a kalcitosodott mikroba szövetek áthalmazott elemeiként értelmezhetők (Hips és Haas, 2005).

A dunántúli-középhegység fúrási rétegsorokban (Gárdonyi Gá-1 és Alcsútdoboz Ad-2) az eseményhatár egy sajátos felépítésű oolitréteg bázisánál vonható meg. Ez az „oolit határréteg”, a Déli-Alpok Tesero Oolit szintjével feleltethető meg és a korábbi vizsgálatokat kiegészítő vizsgálataink során a Tesero Oolit alatt a közelmúltban leírt Bulla Tagozat megfelelőjét is megtaláltuk

rétegsorainkban. Az oolit réteg fölött ugyancsak mikrobás eredetű karbonátok jelennek meg (Haas et al, 2004). A határszakasz részletes diagenezis vizsgálatának cikk formájában történő összefoglalása (Hips K. és Haas J.) folyamatban van.

A Bálvány szelvényeinek paleomágnese vizsgálatára is sor került és ennek eredményeiről rövid cikk készült (Márton E., 2004). A vizsgálatok arra az eredményre vezettek, hogy a képződmények mágnesezettsége nem lehet elsődleges. A kőzetek feltehetően a nagyon gyenge metamorfózis miatt még gyűrődésük előtt, feltehetően a kréta idején átmágneseződtek. Ez a szerkezetfejlődés szempontjából lényeges információ, ugyanakkor azt is jelenti, hogy a szelvények magnetosztatográfiai értékelésre alkalmatlanok.

A biosztratigráfiai szempontból kiemelkedő jeletőségűek a bükki szelvényekből vett mintákban talált conodonták (M. Sudar, Belgrádi Egyetem). Közvetlenül a „márga határréteg” alatt a legfelső perm biozónát jelző *Hindeodus praeparvus* faj példányait lehetett kimutatni, míg a határréteget fedő mészkő rétegsor legalsó részén több szelvényben sikerült megtalálni a *Hindeodus parvus* faj példányait. Mivel a határ definíciója szerint e faj megjelenése jelzi triász kezdetét, igen nagy pontossággal és egyértelműen igazolhatóvá vált a határ megvonása, illetve korrelálása a határ sztratotípusban kijelölt ponthoz (GSSP Meishan, Kína). A minták oldása során holothuroidea vázelemek is előkerültek, amelyek feldolgozására ugyancsak sor került. E paleontológiai – biosztratigráfiai eredmények öslénytanilag részletesen dokumentált publikálása folyamatban van (Sudar et al, szerkesztés alatt). A conodonta zonációval kapcsolatos eredményeket azonban már beépítettük a határprobléma különböző megközelítéseit tárgyaló publikációinkba, amelyekben a döntő fontosságú fajokról készült felvételeket is közöljük (Haas et al., in press).

A biosztratigráfiai és paleoökológiai célú paleontológiai kutatások további eredményeként elkészült a bükki Bálvány-észak alapszelvény nemzetközileg is kiemelkedő jelentőségű kagyló és brachiopoda faunájának feldolgozása és értéketése (Posenato, et al., 2005). Fontos új eredmény az is, hogy a Bálvány-észak szelvény általunk gyűjtött mintáiból A. Götz (Martin Luther Egyetem, Halle-Wittenberg) olyan sporomorfa együttest mutatott ki, amely a határszelvény korrelálása szempontjából is számottevő jelentőségű és a szárazföldi növényzet változásáról is képet ad (Haas et al., 2004). E leletek jelentőségét növeli, hogy a Bükk paleozoos–mezozoos kőzeteiből – metamorfizáltságuk miatt – eddig meghatározható sporomorfát még nem tudtak kinyerni.

Elvégeztük a legfontosabb bükki és dunántúli-középhegységi szelvények O és C izotóp vizsgálatát (Demény A.). A bálványi szelvényekben az $\delta^{18}\text{O}$ értékek lényegében nem változnak a határszakaszon. A $\delta^{13}\text{C}$ értékben viszont szisztematikus változást mutattunk ki. A „határ márgaréteg” kétharmadánál a $\delta^{13}\text{C}$ érték $-0,5\text{‰}$ –ról -4‰ -re csökken. Ez a jelentős csökkenés egybeesik a szinttel, ahol a bioklasztok szinte teljesen eltűnnek. Ezután a $\delta^{13}\text{C}$ érték -1‰ körül stabilizálódik. Hasonló C izotóparány változásokat számos különböző környezetben képződött perm–triász határszelvényben világszerte kimutattak, ezért ezt a jelenséget a határ kemosztratigráfiai jelzőjeként tekintik. A Gárdony-1 sz. fúrás szelvényén végzett vizsgálatok arra az eredményre vezettek, hogy negatív irányban tolódnak el a $\delta^{13}\text{C}$ értékek, de nem találtunk határozott kiugrást a görbén. Hasonló görbéket kaptak a Déli-Alpok hasonló fáciesű határszelvényeinek vizsgálata során is.

A részletek tisztázása érdekében 2005-ben a Lausanni Egyetem laboratóriumában kiegészítő O és C izotóp vizsgálatok készültek a Gárdony-1 sz. fúrás kritikus szakaszán, igen nagy felbontású mintázást lehetővé tevő mikromintázással és igen kis mennyiségű anyag mérését lehetővé tevő mérési

módszerrel (Demény A. és Vennemann T.W.). E mérések szerint kisebb negatív csúcs kimutatható volt a kisebb felbontással csupán eltolódást mutató szakaszon belül, jóllehet ennek értelmezése nem egyértelmű (Haas et al, in press).

A program keretében végzett ásvány–közettani–geokémiai vizsgálatok (Weiszbürg T., Zajzon N.) elsődleges célja a „határeseményeket” kiváltó földi (pl. vulkánosság), illetve földön kívüli (pl. meteoritbecsapódás) eredetű hatók nyomainak keresése, valamint a határ közelében lezajlott üledékképződési folyamatok finom részleteinek kiderítése volt. E célokat szolgálta a nehézásványok, agyagásványok és a mintákban talált szferulák korszerű, komplex, nagyműszeres feldolgozása, valamint a szelvény mentén az irídiumtartalom mérése. A legrészletesebb vizsgálatok a Bálvány-észak szelvényen készültek. A kutatás során alkalmazott főbb vizsgálati/mérési módszerek: fénymikroszkópia, XRD (egy kristály és por), SEM (SE, BSE), SEM+EDX, SEM+CL, WDX, LA-ICP-MS, INAA. A „határ márgaréteg” nagyfelbontású mintázása során felfedezett, jelentős cirkontartalmú homokos márga cirkonjainak egykristálykorhatározása is megtörtént. Zajzon N. a határszelvényekkel kapcsolatos kutatásának eredményeit PhD disszertációban foglalta össze (Zajzon, 2005).

A vizsgált határszelvényekben nem volt kimutatható sem vulkánosság, sem extraterresztrikus hatók nyoma (az agyagásványok típusai nem változnak, az Ir tartalom a határnál – valószínűleg a szedimentációs sebesség növekedése miatt – csökken). A „határ márgaréteg” közelében megfigyelt közettani váltások (mészko–márga–mészko) egyrészt a tengeri üledékgyűjtőn belül a mésztermelés csökkenésére, másrészt, ezzel egyidőben a szárazföldi lemosás növekedésére (amit nagyobb mennyiségű és éretlenebb sziliciklaszt – pl. amfibolit közettörmelék – megjelenése jelez) vezethetők vissza. A pirit több generációban is megjelenik, ezek morfológia és $\delta^{34}\text{S}$ értékek alapján (Vető I.) is elkülönülnek. Közülük a bakteriális eredetű framboidális pirit csak a „határmárgára” jellemző.

A bálványi egyesített szelvényben a törmelékes nehézásványok (mintegy 30 azonosított faj) megjelenése három folyamathoz köthető. Ezek a folyamatos beszállítás, a cirkontartalmú homokos márgaréteg kialakulása és a „határmárgában” a metamorf közettörmelék megjelenése. A viszonylag kevés törmelékes szemcse alátámasztja a szemi-arid klímán, időszakos folyókkal történt szállítást. A cirkonok legalább öt forrásközeete korábbi litorális-torlat dúsulást valószínűsít. Kormegoszlásukban három nagy (450 millió év, 50 %; 280 millió év, 25 %; 600 millió év 15 %) és egy kisebb (350 millió év) csoport különül el, néhány szórvány koradat mellett. A döntően mezometamorf kőzetekből származó nehézásványok legvalószínűbb beszállítása a dél-alpi egységek és a Dunántúli-középhegységi egység felől történhetett, a cirkonok forrásközeetei dél-alpi és/vagy ausztróalpi eredetűek.

A korábbi szferulakutatások eredményeit áttekintve (Detre et al., 2002) és azokból kiindulva, a program keretében a Bükkben négy felszíni határfeltárásban (Kemesnye-hegy, Gerennavár, Bálvány-észak és kelet) végeztünk mikroszferula vizsgálatokat (Don Gy.). E vizsgálatok legfontosabb eredményei a következőkben foglalhatók össze:

A Bálvány-északi feltárásban a 7.4–7.6 rétegekben mutatkozik kiugró csúcs a mikroszferulák eloszlásdiagrammján. A környezetéhez képest itt is egy nagyságrend körüli a mikroszferula dúsulás. A Bálvány-kelet feltárásban a 4.3 réteg alsó részén mutatkozik hasonló mértékű dúsulás.

A gerennavári szelvényben a mágneses mikroszferulák dúsulása a 132.3 réteg felső részén kiugró csúcsot mutat, a környezetéhez képest egy nagyságrenddel nagyobb a mikroszferulák mennyisége. A kemesnye-hegyi szelvényben a litológiai

váltás fölött három szintben mutatható ki mikroszferula-dúsulás (az 5., a 9–10. és a 15. rétegben).

A kőzetekből feltárt mikroszferulák elemi összetételét szemikvantitatív módszerrel, AMRAY elektronmikroszkóphoz csatolt energia-diszperzív detektorral végeztük. A vizsgálatok során bebizonyosodott, hogy a mikroszferulák fő alkotórésze a vas és mellette <1% Mn is gyakori. A mikroszferulák egy részéről kvantitatív, hullámhossz-diszperzív vizsgálatok is készültek (Gerennavár 132.3, Bálvány-Észak 4-7.6, Bálvány-Kelet 4,3, Kemesnye-hegy 5. rétegek). A vizsgálatok a mikroszferulák egy részénél a domináló vas mellett Ni, Cr és Mn elemeket is kimutattak.

Don Gy. vizsgálatai alapján megállapította, hogy a "határintervallum"-ban mind a négy megvizsgált bükki szelvényben vannak olyan szintek, amelyekben a mágneses mikroszferulák jelentős mértékben dúsulnak. A Bálvány-Észak szelvényben a dúsulás egybeesik a negatív $\delta^{13}\text{C}$ csúccsal. Irodalmi adatok alapján valószínűsíti, hogy a vizsgált mikroszferuláknak legalábbis egy része kozmikus eredetű, bennük a vas oxidos formái a magnetit és a wüstit fordul elő.

Ugyanezekben a szelvényekben Zajzon N. is végzett mikroszferula-vizsgálatokat, más módszerekkel, rendkívül nagy pontosságú anyagvizsgálati eljárások alkalmazásával. Megállapította, hogy a számos mintában megjelenő opak szferulák többségének anyaga magnetit, kisebb részüké Ti-Fe-Si-oxid. Vizsgálatai alapján azonban ő mindkét szferula-típust recens kontaminációnak minősítette. A probléma megnyugtató megoldásával kapcsolatos egyeztetések és további vizsgálatok folyamatban vannak.

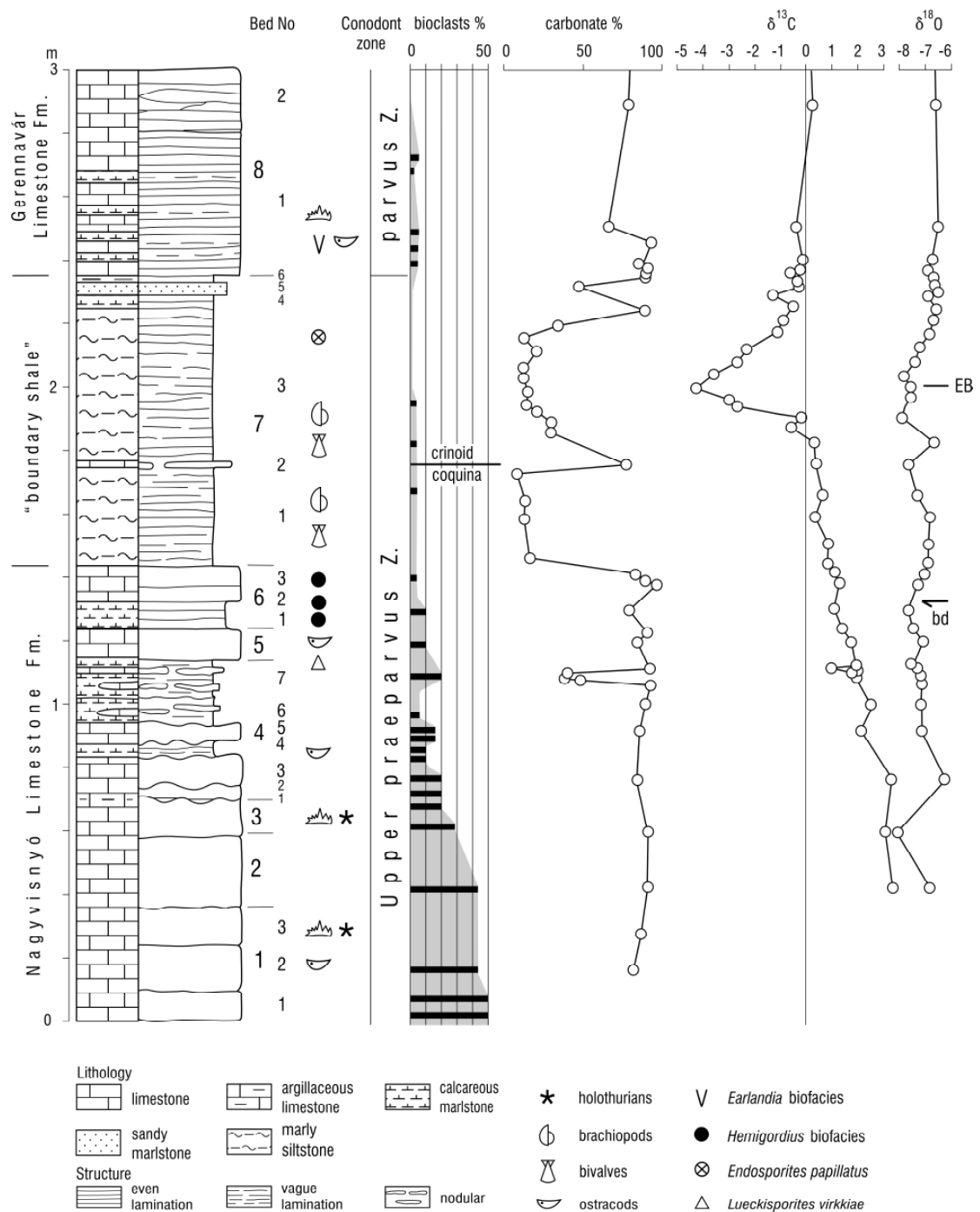
Kutatásaink eredményeit ismertettük a 2004-ben Firenzében megtartott Geológiai Világkongresszuson a perm–triász határon lezajlott földtörténeti eseményekről rendezett ülésen. Ennek nyomán a Perm/Triász Határ Munkabizottság kínai elnökétől felkérést kaptunk arra, hogy eredményeinket a Global and Planetary Changes nevű nemzetközi folyóiratnak a paleozoikum–mezozoikum határán lezajlott eseményeknek szentelt kötetében közöljük. Cikkünk elkészült, Yin Hongfu a kötet szerkesztője azt közlésre elfogadta. Tekintettel azonban arra, hogy ez, a program eredményeit összefoglaló, és a hazai megfigyeléseket a Tethys fontosabb szelvényeivel összehasonlító cikk – a kötet elhúzódozó szerkesztése miatt – jelenleg még interneten sem elérhető, legfontosabb következtetéseit az alábbiakban ismertetjük és a legfontosabb ábrákat a jelentéshez mellékeljük (1., 2. ábra).

1. A tengeri szelvények uralkodó hányada esetében a határ transzgressziós tendenciát mutató rétegsoron belül vonható meg. Ez arra utal, hogy a perm legvégén tengerszintemelkedés kezdődött, ami a triász időszak legelején is folytatódott.
2. A legfelső perm rétegekben a karbonátkiválasztó szervezetek maradványai rövid szakaszon belül, de fokozatosan tűnnek el. A maradványok eltűnésével együtt kezdődik el a $\delta^{13}\text{C}$ értékek fokozatos eltolódása negatív irányba.
3. Az ezt követő szakaszt elszegényedett fosszília-együttes jellemzi. A medence fáciesekben (a bükki szelvényekben is) számottevő mennyiségű framboidális pirit jelenik meg, ami oxigénhiányos környezetre utal.
4. A „túlélő” permi szervezetek eltűnése egybeesik a $\delta^{13}\text{C}$ értékek negatív csúcsával, amir a P–T határ kemosztratigráfiai jelzőjének tekintenek.
5. Ezt követően – a biosztratigráfiai adatok szerint már a triász legalján – mikrobás karbonátok, illetve a sekély, erős vízmozgású szubtidális övezetekben oolit rétegek jelennek meg.

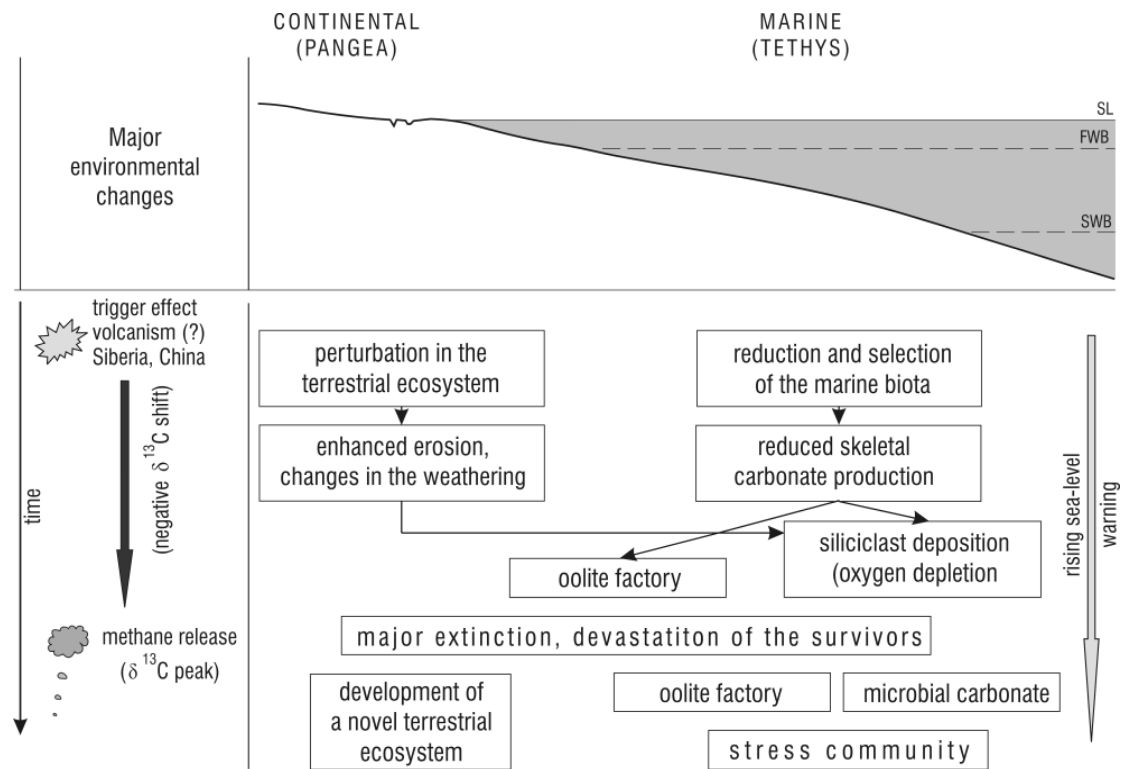
6. A hazai szelvények vizsgálata, illetve a az egykori Tethys peremén képződött szelvényekkel való összehasonlítás arra a következtetésre vezetett, hogy a rétegsorokból kikövetkeztethető perm végi eseménysorok nagymértékben hasonlóak, távoli szelvények esetében is. Számos szelvényben mutatkozik negatív $\delta^{13}\text{C}$ eltolódás, majd csúcs; a biodiverzitás csökkenése, majd ezt követően a túlélők kipusztulása; oxigénhiány; a kihalás után mikrobialit képződés. Ezek a jelenségek globális, vagy legalábbis a Tethys területére kiterjedő hatótényezőkre vezethetők vissza. A szelvényekben mutatkozó eltérések (pl., a határ agyag réteg megléte, illetve vastagsága, a határ fölött oolit réteg megjelenése) helyi tényezőkkel, illetve lokális környezeti különbségekkel magyarázhatók.

Az eredmények egyértelműen megerősítik, hogy a Bükk hegységben a Bálvány-észak elnevezésű alapszelvény a perm és a triász határán lezajlott események megismerése szempontjából az egyik legteljesebb és a legjobban tanulmányozható szelvény Európában és világviszonylatban is kiemelkedő jelentőségű. A bükki szelvények jelentőségét emeli a dunántúli-középhegységi sekély rámpán keletkezett rétegsorokkal való összehasonlításuk.

Az eredmények lehetőséget adnak további összehasonlító elemzésekre, értékelésekre egyrészt más perm–triász határszelvényekkel, másrészt a fontosabb fanerozoos kihalási eseményeket dokumentáló szelvényekkel, különös tekintettel a triász–jura kihalásra, amelynek részletes vizsgálata egy másik OTKA program keretében (témavezető: Pálffy J.) párhuzamosan folyik.



1. ábra



2. ábra

Kutatási programunk célja az volt, hogy a hazai szelvények vizsgálata alapján képet nyerjünk a paleozoikum és a mezozoikum határán lejátszódó, a fanerozoikum legnagyobb kihalásához vezető környezeti változások pontos menetéről és ennek alapján megkíséréljük az okok feltárását is. A bükki szelvények vizsgálata során biosztratigráfiai módszerekkel tisztáztuk a határ pontos helyzetét, részletes mikrofácies-elemzést végeztünk. Kimutattuk, hogy a legfelső perm rétegekben a karbonátkiválasztó szervezetek maradványai rövid szakaszon belül, de fokozatosan tűnnek el. A maradványok eltűnésével együtt kezdődik el a $\delta^{13}\text{C}$ értékek fokozatos eltolódása negatív irányba. Az ezt követő szakaszt elszegényedett fosszília-együttes és litológiai változás („határ márga”) is jellemzi. A „túlélő” permi szervezetek eltűnése egybeesik a $\delta^{13}\text{C}$ értékek negatív csúcsával, amit a P–T határ kemosztratigráfiai jelzőjének tekintenek. Negatív eltolódás az erős vízmozgású sekélytengerben képződött dunánúli-középhegységi rétegsorok ooidos határszakaszán is egyértelműen kimutatható. A triász kezdetén mikrobás karbonátok, illetve a sekély, erős vízmozgású szubtidális övezetekben oolit rétegek képződése jellemző. Az eredmények bebizonyították, hogy a Bükk hegységben a Bálvány-észak elnevezésű alapszelvény a perm és a triász határán lezajlott események megismerése szempontjából az egyik legteljesebb és a legjobban tanulmányozható szelvény Európában és világviszonylatban is kiemelkedő jelentőségű.

Based on studies on Hungarian sections, the aim of the research project was to contribute for better understanding of the details and causes of environmental changes, which resulted in the largest extension of the Phanerozoic at the boundary between the Paleozoic and Mesozoic. Applying biostratigraphic methods, the exact position of the boundary was determined in the sections of the Bükk Mountains and detailed microfacies analyses were carried out. It was proved that in the uppermost Permian layers, remnants of carbonate secreting organisms gradually disappear in a short interval. A negative shift of $\delta^{13}\text{C}$ values starts at the level of onset of gradual decrease in the amount of bioclasts. The next interval is characterised by an impoverished fossil assemblage and also a change in the lithology („boundary shale”). Disappearance of the “survivor” Permian biota coincides with a negative $\delta^{13}\text{C}$ peak that is considered as the chemostratigraphic marker of the Permian–Triassic boundary. The negative shift was also encountered in the oolitic boundary interval of the Transdanubian Range, which was deposited in a high-energy shallow marine environment. In the earliest Triassic formation of microbial carbonates on the low-energy sea-bottom and oolites in the high-energy environments was typical. Results of the project evidenced that the Bálvány-North section in the Bükk Mountains is one of the most complete and best-exposed Permian–Triassic boundary sections in Europe and it has an outstanding importance world-wide.

- Haas, J., Demény, A., Hips K., Zajzon N., Weiszburg, T.G., Sudar M., Pálffy J. (in press) Biotic and environmental changes in the Permian–Triassic boundary interval recorded on a western Tethyan ramp in the Bükk Mountains, Hungary. *Global and Planetary Changes*.
- Haas, J., Hips, K., Pelikán, P., Zajzon, N., Götz, A.E., Tardi-Filác, E., (2004): Facies analysis of marine Permian/Triassic boundary sections in Hungary. *Acta Geol. Hung.* 47/4, 297–340.
- Haas, J., Demény, A., Hips, K., Vennemann, T.W., (2006): Carbon isotope excursions and microfacies changes in marine Permian–Triassic boundary sections in Hungary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* (online first)
- Hips, K., Pelikán, P., (2002) Lower Triassic shallow marine succession in the Bükk Mountains, NE Hungary. *Geologica Carpathica* 53, 1–17.
- Hips, K., Haas, J., (2006): Calcimicrobial stromatolites at the Permian–Triassic boundary in a western Tethyan section, Bükk Mountains, Hungary. *Sedimentary Geology* (online first)
- Márton, E. Paleomagnetism of Permian–Triassic sections, Bükk Mts, Hungary. *Acta Geol. Hung.* 47/4, 341–347.
- Posenato, R., Pelikán, P., Hips, K., 2005. Bivalves and Brachiopods near the Permian–Triassic boundary from the Bükk Mountains (Bálvány-North section, Northern Hungary). *Riv. Ital. Paleont. Strat.* 111/2, 217–234.
- Sudar M., Perri., M.Ch., Haas J. (in prep) Conodonts and Holothuroid sclerites of the Permian–Triassic boundary interval in the Bükk Mts, Hungary.
- Zajzon N. (2005): Ásványtani és geokémiai vizsgálatok a perm–triász határon, magyarországi szelvényekben. Doktori értekezés, ELTE Ásványtani Tanszék.
- Zajzon, N., Szabó, Zs. and Weiszburg, T. G.(in prep.): Detrital zircons from the Permian–Triassic boundary in the Bükk Mts., Hungary.
- Zajzon, N. and Weiszburg, T. G. (2004): „Clay mineralogy of the P/Tr boundary section of Bálvány Hill, Bükk Mts., Hungary”; In: Németh, T. and Terbócs, A. (eds.): Mid-European Clay conference, Miskolc, Hungary, Sept. 20–24, 2004. *Acta Miner. Petr. Abstract Series* (Szeged), 4: p. 118.
- Zajzon, N. (2003): „Mineralogical Studies on Hungarian Geological Profiles Crossing the Permian / Triassic Boundary”; In: Fehér, B. és Szakáll, S. (eds.): Mineral Sciences in the Carpathians, Miskolc, Hungary, March 6–7, 2003. *Acta Miner. Petr. Abstract Series* (Szeged), 1: pp. 117.
- DETRE,CS., DON,GY., DOSZTÁLY,L., GÁL-SÓLYMOS,K., SIEGL-FARKAS,Á., SOLT,P., VICZIÁN,I. 2002: A hazai szferulakutatók eddig elért eredményei – A *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1997-1998/I-II.*, pp.183-210.
- DON,GY. 2003 Mapping the Permian-Triassic (P/Tr) boundary in Hungary – *4th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, Bologna, Proceedings Volume II*, pp.662.